

辽宁朝阳南部蛇纹石石棉 矿床成因探讨

李庭柱

(四川建材学院非金属矿系)

本区蛇纹石石棉矿床,前人多认为属岩浆期后中—低温热液交代矿床^①。笔者通过实地考察,室内分析、鉴定,认为本区蛇纹石石棉矿床属改造型层控矿床。

一、成矿地质条件及矿(化)带基本特征

本区位于朝阳市西南部,北起灵山庙—谢家杖子,南至上柳树杖子,东起吴大成沟—大柏山,西至波针沟,面积约45km²。其大地构造位置处于华北地台燕山台褶带北段,朝阳—建昌复背斜中段西翼。区域构造由苏家店—柳树杖子背斜及长茂河子—马家店向斜组成,总体方向北东;主要断层方向与褶皱构造线方向一致。

区内出露地层以中震旦统雾迷山组(Z_{2w})含硅质碳酸盐岩为主体,洪水庄组(Z_{2h})泥岩、砂岩,铁岭组(Z_{2t})泥岩、泥灰岩及寒武—奥陶系泥质岩、泥灰岩、碳酸盐岩零星分布。雾迷山组中段镁质碳酸盐岩为含矿层。

侵入岩以基性岩为主,中酸性侵入岩多呈脉状产出。长茂河子矿区及其外围酸性脉岩发育,岩石类型为花岗斑岩,穿切基性岩及石棉矿(化)带,属燕山期产物^②。基性侵入岩断续出露,分布较广,各地段岩性基本相同,且属同源、同期,展布方向与区域构造线方向一致,侵入震旦—寒武—奥陶系,与侏罗系呈不整合接触(图1)。

石棉矿化带沿背斜翼部与宽缓向斜间的应力转换带分布,总体展布方向与区域构造线方向一致,且邻近基性侵入岩体。在基性侵入岩与含硅质白云岩—含硅质钙质白云岩的外接触带两侧,蛇纹石化及石棉矿化现象较普遍,蚀变、矿化层位固定,分布连续,产状与围岩产状一致;横纤维蛇纹石石棉脉沿蛇纹石化硅质白云岩—蛇纹石化硅质钙质白云岩、蛇纹岩(脉)的微细层理、层间裂隙产出,以复式脉为主。棉脉多近平行排列,但尖灭再现、分枝复合现象频繁(图2、3,照片1、2)。棉脉集中部位构成矿体,呈似层状、透镜状、不规则状产出,单个矿体规模不大,连续性较差。围岩蚀变主要为蛇纹石化及碳酸盐(方解石脉)化,次为透闪—透辉石(角岩)化、滑石化及轻微的硅化。

① 辽宁省地矿局区测队、朝阳地质队、建材公司602队。

② 据辽宁地矿局区测队1:20万锦西幅地质图说明书。

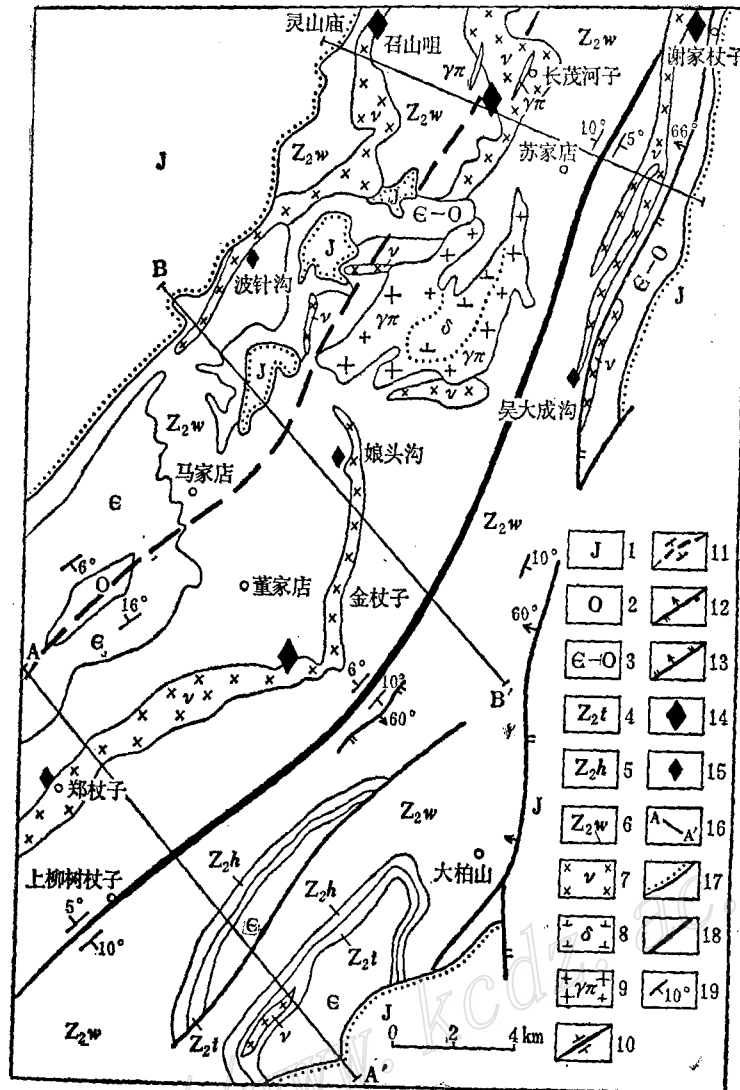


图1 区域地质构造略图(据辽宁省队1:20万地质图编制)

1—侏罗系, 2—奥陶系, 3—寒武—奥陶系, 4—6—震旦系(4—铁岭组, 5—洪水庄组, 6—雾迷山组), 7—基性侵入岩, 8—闪长岩, 9—花岗岩, 10—背斜轴, 11—向斜轴, 12—逆断层, 13—正断层, 14—蛇纹石石棉矿区, 15—蛇纹石石棉矿带, 16—剖面线, 17—不整合界线, 18—性质不明断层, 19—地层产状

Fig. 1. Schematic map showing regional geology and structures.

1—Jurassic, 2—Ordovician, 3—Cambrian-Ordovician, 4-6—Sinian (4—Tieling Formation, 5—Hongshuzhuang Formation, 6—Wumishan Formation), 7—Basic intrusive body, 8—Diorite, 9—Granite porphyry, 10—Axis of anticline, 11—Axis of syncline, 12—Reversed fault, 13—Normal fault, 14—Chrysotile asbestos mining district, 15—Chrysotile asbestos ore zone, 16—Section line, 17—Unconformity, 18—Unknown fault, 19—Attitude of strata.

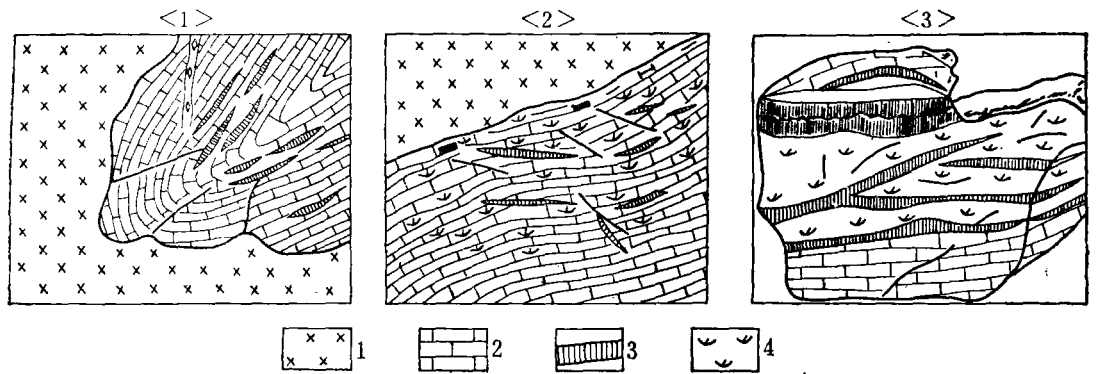


图2 棉脉分布素描图
(李道沟, 1:50)

(1) 棉脉沿硅质白云岩的层理、层间裂隙分布; (2) 棉脉沿蛇纹石化白云岩层间裂隙分布; (3) 棉脉沿蛇纹石(脉)内裂隙分布; 1—基性侵入岩; 2—硅质白云岩; 3—石棉脉; 4—蛇纹石化白云岩

Fig. 2. Sketch showing distribution of asbestos veins at Lidagou (1:50)

1—Distribution of asbestos veins along stratification or interformational fissures of siliceous dolomite; 2—Distribution of asbestos veins along interformational fissures of serpentinized dolomite; 3—Distribution of asbestos veins along fissures in serpentine (veins); 1—Basic intrusive rocks; 2—Siliceous dolomite; 3—Asbestos vein; 4—Serpentinized dolomite.

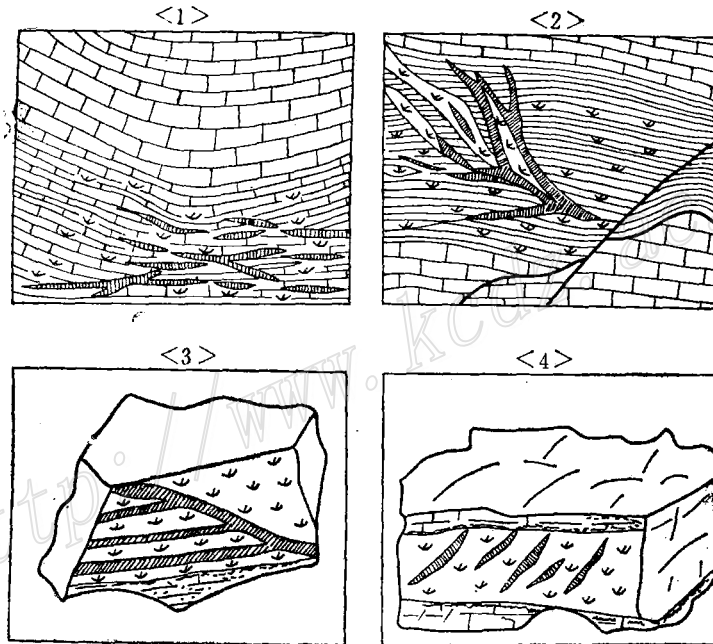
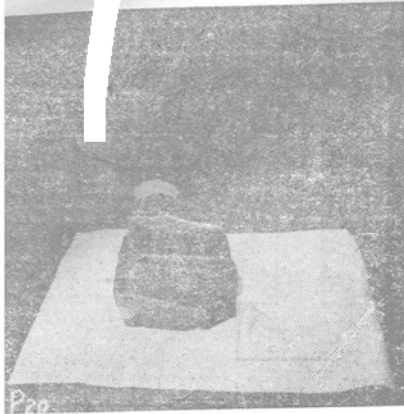


图3 棉脉类型素描图 (图例同图2)

(1) 棉脉尖灭再现、分支复合现象 (李道沟 1:50); (2) 蛇纹石石棉的树枝状脉(李道沟, 1:50); (3) 蛇纹岩(脉)内的帚状棉脉 (1:50, 刘礼龙); (4) 蛇纹岩(脉)内之平行棉脉(1:2)

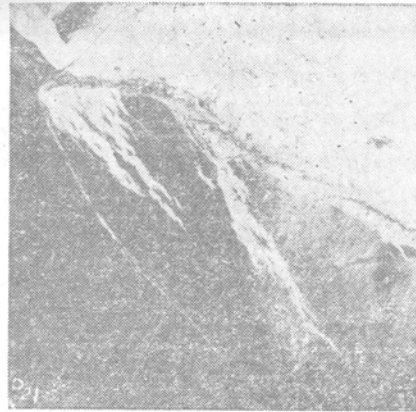
Fig. 3. Sketch of various types of asbestos veins (symbols as for Fig. 2).

(1) Pinch-out, reappearance and branching, and compounding of asbestos veins at Lidaogou (1:50); (2) Dendritic veins of chrysotile asbestos at Lidaogou (1:50); (3) Broomlike asbestos veins in serpentinite (veins) (1:50); (4) Parallel asbestos veins in serpentinite (veins).



照片 1

棉脉沿蛇纹石化含硅质白云岩的薄层理
纹层理平行分布 手标本 李道沟

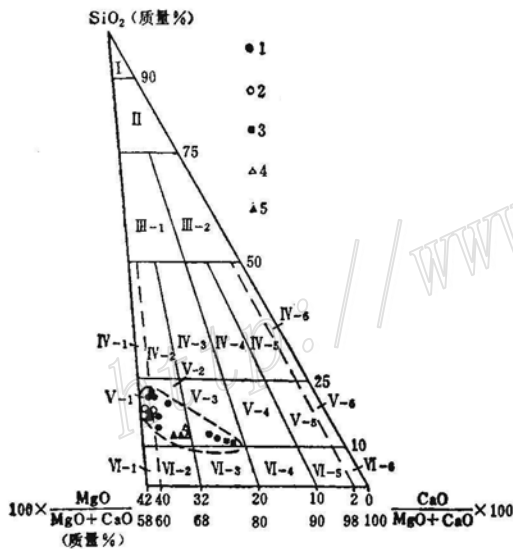


照片 2

棉脉沿含硅质白云岩与强烈蛇纹石化白云岩的层间
裂隙及斜切裂隙呈树枝状分布 正交偏光 5×10 前山

二、成矿控制因素

(一) 围岩因素 区内矿化带产出层位固定, 蛇纹石化、石棉矿化程度与围岩组构关系极密切。分析表明, 各矿区(点)含矿围岩均为含适量硅质(均质SiO₂)的镁质碳酸盐岩, 在SiO₂— $\frac{MgO}{(MgO+CaO)} \times 100$ — $\frac{CaO}{(MgO+CaO)} \times 100$ 三组分分类图解中集中投影在V-1、V-2、V-3区。与我国其它几个主要的同类型矿床的围岩类型一致, 属含硅质白云岩—含硅质钙质白云岩(图4, 表1)。



I	硅质岩	V	V-1	含硅质纯白云岩			
			V-2	含硅质白云岩			
			V-3	含硅质灰质白云岩			
			V-4	含硅质白云质灰岩			
			V-5	含硅质石灰岩			
			V-6	含硅质纯灰岩			
II	含碳酸盐硅质岩	V	V-1	含硅质纯白云岩			
			V-2	含硅质白云岩			
			V-3	含硅质灰质白云岩			
			V-4	含硅质白云质灰岩			
			V-5	含硅质石灰岩			
			V-6	含硅质纯灰岩			
III	碳酸盐硅质岩	V	III-1	白云质硅质岩			
			III-2	钙硅质岩			
			IV	硅质碳酸盐岩	VI	IV-1	硅质纯白云岩
						IV-2	硅质白云岩
						IV-3	硅质灰质白云岩
						IV-4	硅质白云质灰岩
IV-5	硅质石灰岩						
IV-6	硅质纯灰岩						
VI	碳酸盐岩	VI	VI-1	纯白云岩			
			VI-2	白云岩			
			VI-3	灰质白云岩			
			VI-4	白云质灰岩			
			VI-5	石灰岩			
			VI-6	纯灰岩			

图 4 硅质岩—碳酸盐岩的三组分图解

1—辽宁朝阳, 2—辽宁金州, 3—河北来源, 4—四川德昌, 5—云南武定

Fig. 4. Ternary diagram of siliceous rocks-carbonate rocks.

1—Chaoyang County, Liaoning Province, 2—Jinzhou, Liaoning Province, 3—Laiyuan County, Hebei Province, 4—Dechang County, Sichuan Province, 5—Wuding County, Yunnan Province.

表 1 我国主要碳酸盐岩型蛇纹石石棉矿床中含矿层化学成分表

Table 1. Chemical composition of ore-bearing bed in the major carbonate type chrysotile asbestos deposits in China

矿 区 (段)	编号	主要组分 (质量%)			MgO、CaO 相对含量		配比计算值		组合矿物计算值			图解分 区岩石 类 型		
		SiO ₂	MgO	CaO	MgO	CaO	MgCO ₃	CaCO ₃	玉髓	白云石	方解石			
					MgO + CaO	MgO + CaO								
辽 宁 朝 阳 南 部	李道沟	L-1	16.20	17.35	24.76	41.20	58.80	36.15	44.21	16.20	78.59	1.77	V-1	
		L-2	17.19	18.06	25.28	41.76	58.33	37.62	45.14	17.19	81.72	0.98	V-1	
		L-3	16.80	16.78	25.52	39.67	60.33	34.94	45.57	16.80	80.51	0	V-2	
		L-4	18.34	16.57	24.91	39.95	60.05	34.52	44.48	18.34	75.04	3.96	V-2	
	梨树沟	R-1	14.37	17.84	26.92	39.68	60.14	37.17	48.07	14.37	80.80	4.40	V-2	
		官坟沟	G-1	18.12	15.34	27.15	36.10	63.90	31.96	48.48	18.12	69.48	15.96	V-2
		灵山庙	L ₀ -1	12.82	13.03	33.76	27.85	72.15	27.15	60.29	12.82	59.02	28.42	V-3
	召山咀	C _b -1	13.04	13.97	32.91	29.80	70.20	29.10	58.77	13.04	63.26	24.61	V-3	
		长茂河	C _M -1	18.02	17.84	24.84	41.80	58.20	36.81	44.36	18.02	80.02	1.24	V-1
	C _M -2		18.52	18.00	24.54	42.31	57.69	37.50	43.82	18.52	81.32	0	V-1	
辽宁金州	G _E -1	17.51	17.54	25.50	40.75	59.25	36.54	45.54	17.51	79.43	2.65	V-1		
	G _E -2	16.35	18.06	25.49	41.47	58.53	37.63	45.52	16.35	81.80	1.35	V-1		
河北涞源	HL-1	11.23	12.30	35.84	25.56	74.44	25.63	64.00	11.23	55.45	34.18	V-3		
	HL-2	10.45	11.43	36.10	24.05	75.95	23.81	64.46	10.45	51.76	36.51	V-3		
四川德昌	CD-1	14.32	14.87	31.04	32.39	67.61	30.98	55.43	14.32	67.35	19.06	V-2		
	CD-2	12.31	13.01	34.02	27.67	72.33	27.01	60.75	12.31	58.72	29.04	V-3		
云南武定	E _n -1	12.01	12.76	34.61	26.94	73.06	26.58	61.80	12.01	57.78	30.60	V-3		
	E _n -2	13.58	13.70	32.43	29.70	70.30	28.54	57.91	13.58	62.04	24.41	V-3		

区内各矿区(段)矿化蚀变带矿物的主要组合为蛇纹石及蛇纹石石棉。含矿层——含硅质白云岩、含硅质钙质白云岩中MgO、SiO₂的含量及其变化与蛇纹石、石棉中MgO、SiO₂含量及其变化具有明显的一致性, MgO与SiO₂(分子数)的相关变化的趋势线性斜率为1.463—1.501, 与蛇纹石或蛇纹石石棉的理论氧化物结合式((MgO)₃(SiO₂)₂(OH)₄)中MgO与SiO₂的分子数比值很接近, 与我国其他几个主要的同类型矿床中含矿层、蛇纹石石棉中MgO、SiO₂含量的对应变化趋势也很接近(表2)。表明含矿层的化学成分与蛇纹石化—石棉矿化有直接关系。在蛇纹石化过程中, 含矿层中Ca²⁺被带出, MgO、SiO₂含量相对增加, 为在适当条件下生成蛇纹石创造了物质条件。随着介质性质的改变, 蛇纹石发生溶解—迁移—沉淀(再结晶)生成蛇纹石石棉。整个过程是一个组分的净化过程, 成矿的主要组分来源于围岩, 含矿层就是“矿源层”, 硅、镁含量比例适当的围岩是石棉成矿最有利的含矿母岩。

当然, 并非所有镁、硅含量比例适当的硅镁质碳酸盐岩都能蚀变成矿。观察对比表明, 在岩石化学组分和其它条件相同的情况下, 层间裂隙发育的薄层—纹层状含硅质白云岩中蛇纹石化普遍, 棉脉亦较发育, 蛇纹石化较均匀, 而厚层—块状含硅质白云岩几乎看不到蛇纹石化现象, 更无棉脉分布, 在接触带上只有透闪石—透辉石(角岩)化(图5)。

综上所述, 层间裂隙、微细层理发育, MgO、SiO₂含量变化相应成一定比例的含硅质白云岩—含硅质钙质白云岩是蛇纹石石棉成矿最有利的围岩。

表 2 我国主要碳酸盐岩型蛇纹石石棉矿床中 MgO、SiO₂ 含量及相关变化表
Table 2. Contents and correlated variations of MgO and SiO₂ in the major carbonate type chrysotile asbestos in China

矿 区	编 号	岩石矿石名称	氧化物 (质量%)		分 子 数		$\frac{MgO}{SiO_2}$ 分子数	$\frac{MgO}{SiO_2}$ 平均值	
			MgO	SiO ₂	MgO	SiO ₂			
辽宁 朝阳 南部	董 家 店	L-1	含硅质白云岩	17.35	16.20	431	270	1.596	1.498
		L-2		18.06	17.19	448	286	1.566	
		L-3		16.78	16.80	417	280	1.489	
		L-4		16.50	18.34	409	305	1.341	
	L _s -1	蛇纹石	37.35	39.62	927	659	1.407	1.471	
	L _s -2		41.37	40.15	1027	669	1.535		
	L _{cs} -1	蛇纹石石棉	42.48	42.41	1054	706	1.493	1.501	
	L _{cs} -2		41.56	41.17	1033	685	1.508		
	长 茂 河	C _m -1	含硅质白云岩	17.84	18.02	443	300	1.478	1.463
				C _m -2	18.00	18.52	446	308	
C _{ms} -1		蛇纹石	39.79	38.39	987	639	1.545		
C _{ms} -1			40.30	41.25	999	687	1.454		
辽宁 金 州	G _E -1	含硅质白云岩	17.54	17.15	435	285	1.526	1.587	
			G _E -2	18.06	16.35	448	272		1.647
	G _{Es} -1	蛇纹石	35.83	37.02	886	616	1.438	1.426	
			G _{Es} -2	37.30	39.32	925	654		1.414
	G _{ECS} -1	蛇纹石石棉	40.39	41.34	1002	688	1.456	1.473	
			G _{ECS} -2	41.71	42.88	1034	694		1.490
河北 涿 源	HL-1	含硅质钙质白云岩	12.30	11.23	305	187	1.631	1.629	
			HL-2	11.43	10.45	283	174		1.626
	HL _s -1	蛇纹石	37.72	38.50	935	641	1.459		
	HL _{cs} -1		39.87	41.25	989	687	1.440		
四川 德 昌	C _D -1	含硅质白云岩	14.87	14.32	368	242	1.521	1.502	
			C _D -2	13.01	12.31	322	205		1.571
	C _{Ds} -1	蛇纹石	38.15	39.76	946	662	1.429		
	C _{Dcs} -1		41.24	40.98	1016	683	1.488		
云南 武 定	E _n -1	含硅质钙质白云岩	12.76	12.01	316	200	1.580	1.516	
			E _n -2	13.70	13.58	340	226		1.504
	E _{ns} -1	蛇纹石	38.74	39.05	961	650	1.478		
	E _n cs-1		42.05	41.76	1043	695	1.501		

(二) 构造因素 构造对石棉成矿的控制作用, 主要表现在大地构造、区域构造对岩石的控制作用和区域褶皱应力转换带、应力剪切带、围岩层理、层间裂隙的控矿作用。

本区处于华北地台燕山台褶带北段, 南与山海关地块相接, 北邻内蒙地轴, 即处于差异活动明显的过渡区, 属应力虚弱带, 对诱发壳源岩浆的形成和上侵起主导作用。

区内出露规模较大的基性侵入岩体 (郑杖子—董家店岩体、长茂河岩体) 均位于向斜轴

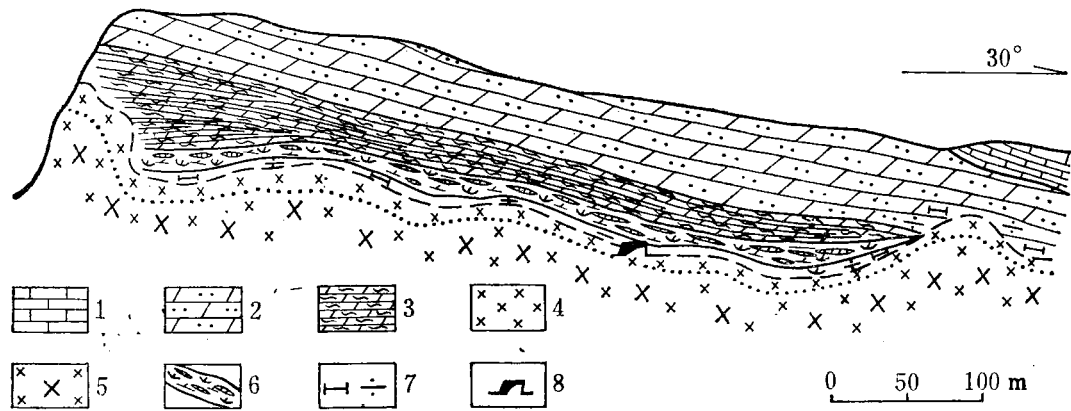


图 5 前山矿段纵剖面图 (实测)

1—薄层状灰岩; 2—厚层状含硅质白云岩; 3—薄层—纹层状含硅质白云岩; 4—辉绿岩; 5—辉长辉绿岩; 6—蛇纹石石棉矿化带; 7—透辉石-透闪石化; 8—采矿坑道

Fig. 5. Measured longitudinal section of Qianshan ore sector.

1—Thin-layered limestone; 2—Thick siliceous dolomite; 3—Thin laminated siliceous dolomite; 4—Diabase; 5—Gabbro-d diabase; 6—Chrysotile asbestos mineralized zone; 7—Diopside-tremolitization; 8—Workings.

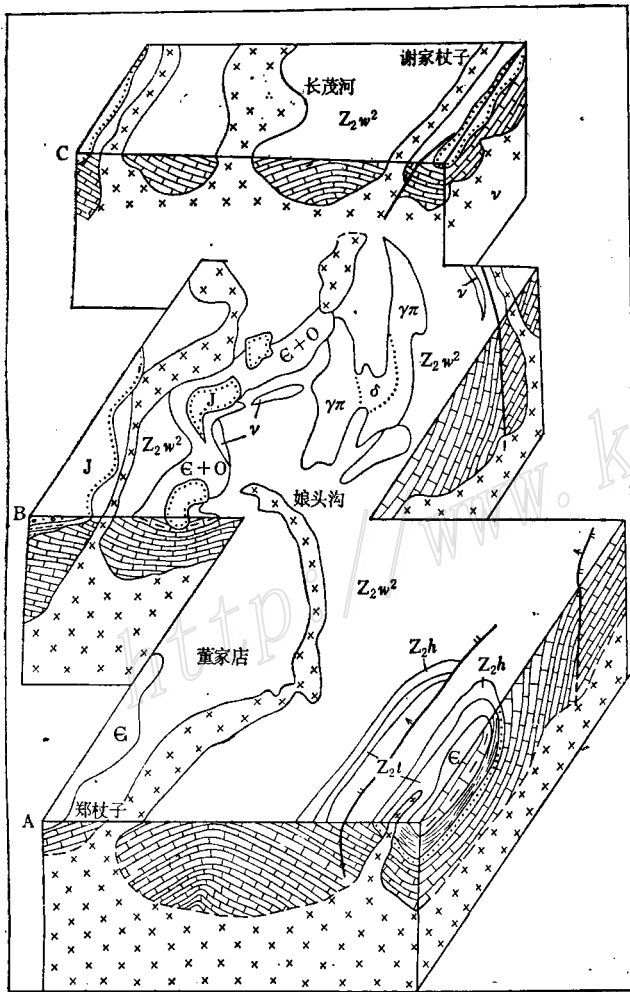


图 6 朝阳南部 (郑杖子—长茂河) 基性岩体侵位产状切面立体示意图 (图例同图1)

Fig. 6. Block diagram showing emplacement of basic intrusive bodies in southern Chaoyang (Symbols as for Fig. 1).

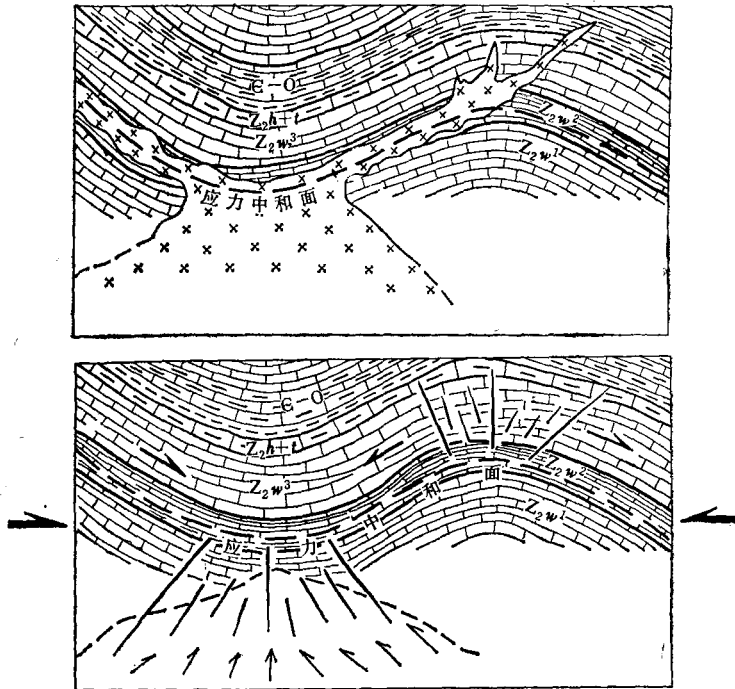


图7 岩浆侵位与诱导构造复合模式示意图

Fig. 7. Diagrammatic composite model for emplacement of magma and derivative structures.

部，这是因为以压力释放诱发起源的岩浆，在其以机械力为主要动力缓慢上侵的过程中，向下处于引张应力体系的向斜轴部是最有利的通道。而背斜翼部零星分布、规模较小的顺层侵入体是属沿向斜应力中和面朝背斜轴部向上开放应力体系侵入的产物。

区内矿化较强、矿床规模较大、富集程度较高的长茂河、董家店以及灵山庙—召山咀等矿区，均位于区域连续褶曲的应力转换带上。背、向斜褶皱的应力转换带是保持较稳定的物理条件（主要是热力学条件）及介质充分循环作用最有利的场所，它控制了本区矿化带的分布。受区域构造应力作用产生的层间破碎带—剪切裂隙带是成矿介质运移的主要通道。围岩的薄层理—微细层理、层间裂隙、切层张性裂隙是棉脉生成、赋存的主要空间。

（三）岩浆因素 本区基性侵入岩在各矿区（段）矿化带附近具有明显的顺层侵入特征。通过全区三条主体剖面综合恢复其产状应属总体切层、局部顺层的岩株状侵入体（图6）其侵位机制属沿向斜轴部向下开放的应力带上侵，达到向斜褶曲的应力中和面后，沿应力中和面朝背斜轴部向上引张的应力带侵入的复合模式（图7）。

图7所示的侵位机制，决定了侵入体上部的分布具有与地层（围岩）、构造产状一致的特征。其主要作用是在侵位初期的热扩散作用促使碳酸盐岩层间水的活化，导致含硅镁质碳酸盐岩发生蚀变及其成岩后期热液与层间活化水的掺合，改变介质的性质（主要是pH值），而导致早期蚀变生成的蛇纹石溶解—迁移—结晶（沉淀）生成纤蛇纹石石棉。这就是本区基性侵入岩浆活动在石棉成矿中的主要作用。

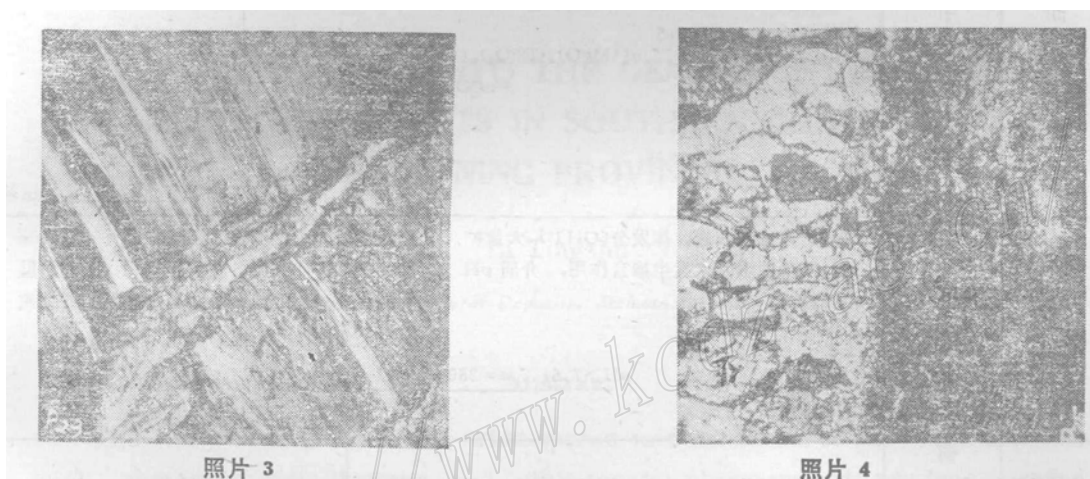
三、围岩蚀变与成棉作用

区内基性侵入岩蚀变较弱，主要是边缘相辉绿岩中辉石的黑云母-绿泥石化。黑云母多沿辉石表面、边缘或解理分布，形成两者混生的黑云母-绿泥石组合。其生成顺序为黑云母、绿泥石。

含矿围岩蚀变主要有蛇纹石化、碳酸盐化、透闪石-透辉石（角岩）化以及滑石化、硅化，以前两者为主。

蛇纹石化在薄层—微薄层状含硅质白云岩—含硅质钙质白云岩中较为普遍，局部沿层间裂隙、切层裂隙呈脉状产出。碳酸盐（方解石脉）化分布范围较蛇纹石化宽，主要赋存在蛇纹石化普遍地段的上部各种岩层的层理、裂隙和挤压破碎带中，呈规模不等的脉状产出。在蛇纹石化强烈地段，方解石脉与蛇纹石脉共生，棉脉穿切方解石脉的现象亦较普遍，部分方解石作为多节棉的节间“隔板”呈薄膜状产出（照片3）。

透闪石-透辉石化沿接触带断续分布，宽度不大，在围岩产状与接触带交切部位，透闪石-透辉石角岩穿切蛇纹石化含硅质白云岩—蛇纹石化含硅质钙质白云岩，镜下常见透闪石-透辉石角岩呈脉状穿切蛇纹石脉（照片4）。



照片3
多节棉棉间结构，节间隔板为薄膜状方解石 正交 5×10 李道沟

照片4
透闪石-透辉石角岩穿切蛇纹石（脉） 正交 5×10 前山 Di—透辉石；Tr—透闪石；Sep—蛇纹石

滑石化主要见于蛇纹石及石棉脉中，属两者生成后叠加蚀变的产物。在滑石化强烈部位伴有轻微硅化。

上述各种蚀变在空间分布上不具分带性，而是一个低温、高温，前期、后期蚀变矿物叠加的混合共生带。区内主要蚀变有四个阶段，其相对生成顺序为：①碳酸盐化（→方解石脉）→蛇纹石化；②透闪石-透辉石（角岩）化；③纤蛇纹石（石棉）化→碳酸盐化；④滑石化-硅化→碳酸盐化。其中碳酸盐化具多期蚀变的特征。

上列顺序反映了岩浆侵位—成岩演化阶段与围岩蚀变类型的对应关系，也显示了石棉成矿的阶段性的。这就表明，分布范围较广的碳酸盐脉为蛇纹石的生成、赋存提供了必要的物质

表3 碳酸盐型蛇纹石石棉成矿模式
Table 3 Metallogenic model of the carbonate type chrysotile asbestos of Sinian

阶段	介质变化	介质来源及其演变	化学反应简式
岩浆侵位—热扩散阶段	酸性 ↓ 硷性	碳酸盐岩层间富含CO ₂ 的自由水“活化”： (2n) $2nH_2O + CO_2 \rightarrow 2n[OH]^{-1} + 2n[HCO_3]^{-1}$ (2n) ↓ 增加	含硅质白云岩—含硅质白云质灰岩与“活化水”反应： $n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2] + 3n[Ca(HCO_3)_2] + nCO_2 \xrightarrow{pH < 7.5} \text{溶迁}$ ↓ [OH] ⁻¹ 增加 $pH > 7.5$ ↓ 沉淀 $n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2] \cdot nCaCO_3 + nH_2$ (蛇纹石) (方解石)
		重碳酸钙分解沉淀： $n[Ca(HCO_3)_2] \xrightarrow{pH > 7.5} nCaCO_3 + nH_2O$ 不断生成 $3n[(MgCO_3 + 2nSiO_2 + 4n[OH]^{-1})]$ 蛇纹石： $pH > 7.5 \rightarrow n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2] + nCO_2$ ↓ pH值降低	$pH < 7.5-6.5$ 蛇纹石形成胶体溶液 $n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2] \xrightarrow{pH < 7.5-6.5} \text{运移}$
活化层间水反应—循环—转化	中性	随着岩浆冷凝成岩，挥发分[OH] ⁻¹ 大量扩散，与中性层间水发生掺合作用，介质pH值升高	缓慢运移的蛇纹石胶体溶液在介质pH值升高的条件下，利用各种可容空间（层理、层间裂隙……）沉淀→结晶→生成纤维蛇纹石（石棉） $pH > 7.5; t = 250-350^\circ C \rightarrow n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2]$ (石棉)
成岩期挥发分(OH) ⁻¹ 扩散与层间水掺合阶段	硷性	岩浆期后含少量SiO ₂ 的偏酸性热液 → nSiO ₂	$n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_2 \cdot (H_2O)_2] + 2nSiO_2 \rightarrow n[(MgO)_3 \cdot (SiO_2)_4 \cdot (H_2O)]$ (滑石)
岩浆期后热液阶段	偏酸性		

和空间条件；蛇纹石的生成又为成棉创造了物质基础，滑石化则是对已成石棉或蛇纹石再改造的产物。主要蚀变矿物的生成顺序是：碳酸盐（方解石脉）→蛇纹石（蛇纹石溶迁）→纤维蛇纹石（石棉）→滑石。石棉正是这一连续过程的中间产物，其形成机理综合如表3。

四、矿床成因

本区石棉矿床的主要特征是：蚀变-矿化带沿区域连续褶皱的应力转换带分布，产出空

间位置与基性侵入岩体关系密切；但当蚀变-矿化带产出层位固定时，总体产状与围岩产状一致，且严格受含矿层岩性控制；棉脉呈平行一分枝状沿围岩微细一薄层理、层间裂隙及早期切层裂隙分布；矿体在蚀变-矿化带中呈似层状、透镜状或不规则状产出。生成石棉的前驱矿物——蛇纹石是其所赋围岩组分原地改造的产物。上列事实说明本区岩浆岩、构造及含矿围岩都是石棉成矿的控制因素，但围岩是成矿的根据，构造、岩浆岩是成矿的条件。即在具备成矿物质（围岩组分）的前提下，一个处于亚稳定构造条件下缓慢上侵的岩浆体，在其侵位一成岩演化过程中为蚀变-矿化提供了一个较稳定的物理（热力学）条件；区域构造及围岩层理、层间裂隙……为蚀变-矿化带的分布和棉脉的成生富集提供了运移、赋存空间，尽管棉脉形态多样，产状各异，但均限制在固定层位中。故本区硅镁质碳酸盐岩型蛇纹石石棉矿床属“改造型层控矿床”。

工作过程中得到辽宁非金属地质公司101队刘光远、王文才工程师，朝阳石棉矿卢荣春工程师的大力帮助；本矿系副主任田煦，科研科郑世明、王迂工程师予以大力支持；谢重恒老师作了大量工作；苏金华、陈正国、刘礼龙、郑宜昌、徐学忠、支明、时晓红、赵宇等十二位同学参加了野外工作，在此一并致谢。

限于笔者水平，不妥之处，敬请指教。

AN INVESTIGATION INTO THE GENESIS OF CHRYSOTILE ASBESTOS DEPOSITS IN SOUTHERN CHAOYANG, LIAONING PROVINCE

Li Tingzhu

(Department of Nonmetallic Mineral Deposits, Sichuan Institute of Building Materials)

Abstract

The study area is noted for wide-spread mineralization of chrysotile asbestos with numerous ore deposits and occurrences characterized by long mining history. In contrast to the post-magmatic origin hold by most of previous workers, the author considers that these deposits are genetically of reformation type stratabound deposits.

The elongation of the chrysotile asbestos mineralization zone is strictly controlled by regional structural lineament with its spatial distribution closely related to basic intrusive bodies. The asbestos veins have filled into the host rocks along the minute or thin stratification, mainly as composite veins with lesser dendritic veins and stockworks; pinching out and reappearance as well as branching and compounding are characteristic of the composite veins.

The carbonate rocks of the Middle Sinian Wumishan Formation make up

the ore-bearing strata with mineralization zone possessing fixed horizon. The stratification type and chemical composition of the near-ore country rocks have a decisive bearing on asbestos mineralization. Petrochemically, the near-ore country rocks are of the type of siliceous dolomite or siliceous calcareous dolomite. The predecessor mineral prior to the formation of asbestos—chrysotile—is produced by autochthonous reformation of chemical composition of country rocks.

These facts indicate that structures, magmatic rocks and country rocks are all factors governing the formation of asbestos. The country rocks serve as material sources while structures and magmatic rocks make up the ore-forming condition, i. e., with the prerequisite of ore-forming materials, a slowly ascending magmatic body in a metastable structural environment provides a relatively stable physical (thermodynamic) condition for alteration and mineralization during its emplacement and diagenetic evolution. The regional structures, stratification of wall rocks and interformational fissures supply space for activity of media, distribution of mineralized zone as well as the formation of asbestos veins. In spite of their miscellaneous shapes and diverse modes of occurrence, the asbestos veins are all restricted to fixed horizon. Consequently, the chrysotile asbestos deposits of siliceous magnesian carbonate rock type are reformation type stratabound ones.

(上接第48页)

地矿部地质教育中心翟裕生教授在会上作了“矿田构造研究现状和动向”的专题报告,指出当前矿田构造研究的几个重要问题是——构造活动与矿液运移的结合研究;构造垂直分带的研究;构造体系与成矿系列的结合研究以及构造的宏观与微观的结合研究。

会议指出今后的任务是:进一步深入研究典型矿田、矿床的成矿条件,概括出矿田构造模式,进行矿田构造地球化学的填图或矿田构造化学的填图,进行矿田的立体制图,探索利用构造条件定量预测盲矿的途径;加强矿田构造与深部构造、区域构造关系的研究;加强隐伏矿的矿田构造研究;加强矿田构造理论与实验研究。

会议初步拟定1988年秋或1989年春再举行一次全国性矿田构造学术讨论会。